

木質系構造の耐火性能に関する研究  
その6：実験概要と今後の展望

木質系構造 耐火性能 耐火構造  
耐火被覆 集成材 燃え止り

正会員 遊佐 秀逸\* 同 増田 秀昭\*\*  
同 川合 孝明\*\* 同 並木 勝義\*\*  
同 斉藤 春重\*\*\*

1. はじめに

独立行政法人建築研究所及び国土交通省国土技術政策総合研究所が実施している「木質複合建築構造技術の開発」プロジェクトにおいて、建築基準法に規定する耐火建築物を木質系建築物で実現することを目標に、これまで木製柱を耐火被覆した仕様、鋼製柱を木質系材料で耐火被覆した仕様に関して、長さ1mのモデル部材について1時間耐火構造の性能を有する結果を報告してきた。1)~3)

実際の耐火建築物の主要構造部に耐火構造として用いるためには、ISO 834 に準拠した実大規模の試験による性能確認が必要となる。

前回の報告に引続いて報告する今回の一連の報告において、本報(その6)では今回報告される実験の概要、これまでの知見の整理、今後の展望等について、(その7)では2時間の耐火性能を有する柱部材試験について、(その8)では燃え止り柱部材の耐火性能について、(その9)では大断面梁部材の載荷加熱試験について、(その10)では小断面のそれについて、(その11)では壁部材について、(その12)では床の耐火性能試験について、及び(その13)ではコンセントボックス設置壁の耐火性能についての結果を報告する。

2. 実験概要

本シリーズで報告する実験、及び参考になるとと思われる実験における部位、試験体仕様、及び実験結果等をまとめて表1に示す。本シリーズで報告されないNo.FP-H15-1HC001Lの仕様の試験体図を図1に、結果の概要を表2及び図2に示す。試験は(財)建材試験センターで実施した。

集成材表面温度は、辺部にあつては最高値 134、角部にあつては最高値 231、平均値の最高はそれぞれ 121及び198であった。30分時に約100まで上昇し、辺部にあつては、約90分後から上昇し始めるものの、最高130程度であり、角部にあつては、60分時より上昇を始め、約120分後に160~230のピークを示した後、漸減している。

炉内酸素濃度は試験開始後10分時まで急減し、約5%で推移している。加熱停止後急速に気中濃度の約21%に復帰している。これは試験体の燃焼が生じていないためであろう。建築研究所の加熱炉においても酸素濃度を測定しており、加熱中当該試験体のような燃焼しないも

表1 実験結果一覧

柱1時間耐火(燃え止り型)  
非載荷

No	部位	仕様				試験体長さ(m)	試験結果	耐火性能から判定した非燃焼性能の有無	試験に関するコメント
		芯材	被覆材	比量	等級				
SE-H15-1HC001	柱	H300×300×10/15	ベイツ集成材60mm			1.0	燃え止まる	有(130.1)	火災残存有り。
SE-H15-1HC002		H300×300×10/15	中・スギ、外・カラマツ60mm			1.0	燃え止まる	有(234.5)	火災残存有り。
SE-H15-1HC003		H300×300×10/15	中・スギ、外・ヒノキ60mm	[ヒ/キ:15.3]	[ヒ/キ:0.47]	1.0	燃え止まる	有(166.4)	火災残存有り。
SE-H15-1HC004		H250×250×9/14	カラマツ集成材60mm			1.0	燃え止まる	有()	
SE-H15-1HC005		T75×75×5/7	カラマツ集成材60mm			1.0	燃え止まる	無	

載荷

No	部位	仕様				試験体長さ(m)	試験結果	耐火性能から判定した非燃焼性能の有無	試験に関するコメント
		芯材	被覆材	比量	等級				
SE-H15-1HC001L	柱	H250×250×9/14	カラマツ集成材60mm			3.0	燃え止まる	有(161.9)	火災残存有り。

柱1時間耐火(被覆型)

載荷

No	部位	仕様				試験体長さ(m)	試験結果	試験に関するコメント
		芯材	被覆材	比量	等級			
FP-H15-2HC001L	柱	スギ集成材 300×300	強化石膏ボード(15mm)×2			1.0	燃え止まる	

柱2時間耐火(燃え止り型)

載荷

No	部位	仕様				試験体長さ(m)	試験結果	耐火性能から判定した非燃焼性能の有無	試験に関するコメント
		芯材	被覆材	比量	等級				
SE-H15-2HC001L	柱	H250×250×9/14	ウッド・不燃質材+発泡黒鉛シート+1.5mm×2+カラマツ集成材60mm			3.0	燃え止まる		

柱2時間耐火(被覆型)

非載荷

No	部位	仕様				試験体長さ(m)	試験結果	試験に関するコメント
		集積材断面	芯材	被覆材	等級			
FP-H15-2HC002	柱	スギ集成材 300×300		強化石膏ボード(21mm)×2 + 強化石膏ボード(15mm)×3		1.0	燃え止まる	石膏ボード脱落
FP-H15-2HC003		スギ集成材 300×300		強化石膏ボード(21mm)×3 + 強化石膏ボード(12.5mm)×2		1.0	燃え止まる	石膏ボード脱落なし
FP-H15-2HC004		スギ集成材 250×150		炭素繊維シート+強化石膏ボード(21mm)×3 + 強化石膏ボード(12.5mm)×2		1.0	燃え止まる	石膏ボード脱落

梁1時間耐火(燃え止り型)

載荷

No	部位	仕様				試験体長さ(m)	試験結果	耐火性能から判定した非燃焼性能の有無	試験に関するコメント
		集積材断面	芯材	被覆材	等級				
SE-H15-B001L	梁	H400×200×8/13	カラマツ集成材60mm			6.0	燃え止まる	有	
SE-H15-B002L		H150×75×5/7	ベイツ集成材60mm			5.0	燃え止まる	有	
SE-H15-B003L		H150×75×5/7	カラマツ集成材60mm			5.0	燃え止まる	有	

梁1時間耐火(被覆型)

載荷

No	部位	仕様				試験体長さ(m)	試験結果	試験に関するコメント
		集積材断面	芯材	被覆材	等級			
FP-H15-B001L	梁	スギ集成材400×200		強化石膏ボード(12.5mm)×3 + 炭板(2.5mm)		6.0	燃え止まる	
FP-H15-B002L		スギ集成材400×200		炭素繊維シート+1.5mm×2 + 炭板(2.5mm)		6.0	燃え止まる	130分燃焼

のにも濃度はほぼ0%となる。この理由は、建築研究所の燃料が都市ガスであるのに対し、建材試験センターのそれは軽油であり、供給空気量が多いためであると考えられる。この相違は、木質系材料を試験体とする場合、後者の方が加熱条件が厳しくなる等の影響が生じる場合もありえよう。

今回の被覆仕様、15mm厚強化石膏ボード+12.5mm厚強化石膏ボード×2で、集成材柱が燃え進むことはなかつ

た。ただし、辺部と比較して角部のわずかな炭化、及び貫通するネジの周辺の炭化が確認されており、壁や床に対するメンブレン被覆とは、異なった対策を検討する必要がある。また、被覆材を取り付ける釘、ネジ類は、最外層を避けて中間層に止めるべきであろう。なお、長さ 1m のモデル部材に対しては、2 時間耐火仕様も開発されているが、強化石膏ボードの合計厚さは、88mm 必要であった。

・燃え止りに関して

木質構造部材が耐火構造となるためには、燃え止まるか炭化を生じない必要がある。これまで、山口らがベイマツのエンジニアリングウッド（断面寸法 550×550mm、60 分又は 120 分加熱）やケヤキ（300mm、60 分加熱）ヒバ（150×150mm、45 分加熱）の製材で、その性状を調査した結果<sup>4)</sup>では、すべての場合において、加熱終了後 15 分～30 分程度で試験体表面の残炭は一旦消滅するものの、炉を開放した時点で試験体表面から炎が立ち上がる再燃現象が見られている。また、須藤らのカラマツ集成材、スギ製材等に関する燃え止りに関する研究<sup>5)</sup>では、15 分加熱ではすべて燃え止まっており、20 分加熱では、スギを除いて燃え止りが観察されている。30 分加熱では、いずれも燃え止まらなかった。

本研究では、H 形鋼をカラマツ被覆した場合、H250×250×9/14 で 60 分加熱で燃え止まっている。カラマツ、ベイマツに関しては、これまで H150×75×5/7、H300×300×10/15 で燃え止りが確認されており<sup>1) 3)</sup>、スギ集成材被覆の場合は、いずれも燃え止まっていない。さらに、より小さい鋼材（T75×75×5/7、H100×50×4/6）を 60mm 厚のカラマツ集成材で被覆したものは、いずれも燃え止まっていない<sup>6)</sup>。これらの結果から、

30 分以上の加熱では、ムクの集成材や製材は燃え止まらない。

H 型鋼等の鋼材に集成材を密実に被覆した仕様では、60 分加熱でも燃え止まる樹種はカラマツ及びベイマツ集成材被覆（厚さ 50mm 以上）で、最小鋼材断面積約 18cm<sup>2</sup>である。

スギ集成材で被覆した仕様では、これまで燃え止りが確認されていない。

3. 今後の展望

木質系構造に関して、主要構造部の耐火性能を得るための仕様が明らかになり、耐火建築物が実現できる可能性が拡大したといえる。今後は、例えば燃え止りに関するより詳細な判定方法の確立、コンセントボックスや区画貫通部等の詳細部に関する確認が必要となるであろう。

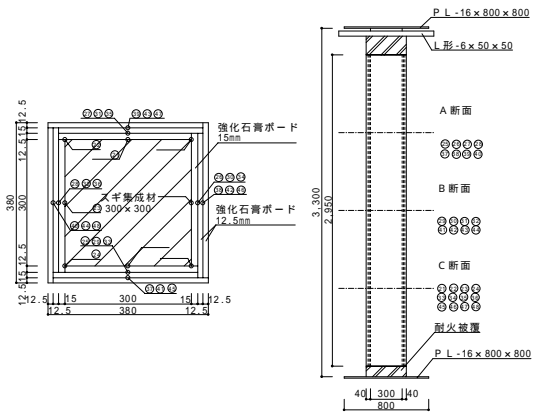


図 1 試験体概要

表 2 試験結果

No.	加熱時間 (分)	鋼材又は集成材表面最高温度 (°C)		同最大平均温度 (°C)		試験荷重 (kN)	最大伸び (mm)	最大軸方向収縮速度 (mm/分)
		辺部	角部	辺部	角部			
FP-H15-1HC001L	60	133.9 (142分)	230.6 (115分)	121.3 (157分)	198.0 (126.5分)	510	3.6	0.1以下

( )内の時間は試験開始後からの時間を示す。

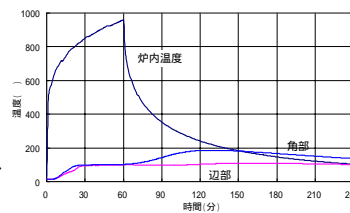


図 2 温度測定結果

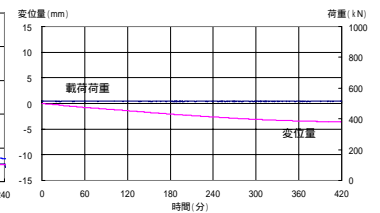


図 3 変位量等測定結果

参考文献

- 1) 遊佐秀逸、増田秀昭他；木質ハイブリッド構造の耐火性能に関する研究（その 1）耐火構造の実験的確認方法 2003 年度日本火災学会研究発表会概要集，2003 年 5 月
- 2) 増田秀昭、遊佐秀逸他；同上（その 2）木製柱を耐火被覆した仕様について
- 3) 川合孝明、遊佐秀逸他；同上（その 3）鋼製柱を木質系材料で耐火被覆した仕様について
- 4) 山口純一、村岡宏他、大断面木材の加熱実験、平成 14 年度日本火災学会研究発表会概要集，2002 年 5 月
- 5) 須藤昌照、山田誠他、本質系構造部材の燃え止りに関する研究、日本建築学会大会学術講演梗概集，2003 年 9 月
- 6) 未発表資料

【謝辞】

本研究は「木質複合建築構造技術の開発」(委員長：坂本功東京大学教授)防火分科会（主査：菅原進一東京理科大学教授）における研究の一環として実施されたものである。関係各位に深甚なる謝意を表する。

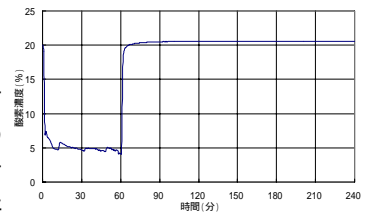


図 4 酸素濃度測定結果

\* 財団法人 ベターリビング筑波建築試験センター  
 \*\* 独立行政法人 建築研究所  
 \*\*\* 三重県科学技術振興センター  
 \*\*\*\* 財団法人 建材試験センター

\* Tsukuba Building Testing Laboratory, The Center for Better Living  
 \*\* Building Research Institute  
 \*\*\* Mie prefectural Science and Technology Promotion Center  
 \*\*\*\* Japan Testing Center for Construction Materials